

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

RESTRINGIDO

CEPAL/MEX/71/23

TAO/LAT/115

Octubre de 1971

ESTUDIOS SOBRE AGUA SUBTERRANEA EN EL VALLE DE GUATEMALA

Proyecto de solicitud de asistencia técnica ante el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) elaborado --a solicitud del Gobierno de la República de Guatemala-- por el Experto Regional de las Naciones Unidas en Recursos Hidráulicos, Sr. Roberto Jovel.

Este proyecto no ha sido aprobado oficialmente por la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas, la que no comparte necesariamente las opiniones aquí expresadas.

INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	v
I. Resumen de la solicitud	1
1. Antecedentes	1
2. El proyecto	1
a) Descripción del área del proyecto	1
b) Propósitos y alcances del estudio	3
c) Costos y financiamiento del proyecto	3
3. Justificación del proyecto	4
II. Detalles de la solicitud	5
1. Antecedentes	5
a) Origen de la solicitud	5
b) Estado de la hidrogeología en Guatemala	6
c) Aspectos legales e institucionales	6
2. El proyecto	8
a) Descripción del área del proyecto	8
b) Propósitos y alcances del estudio	11
c) Aportes solicitados al Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo	12
d) Aportes de contraparte del Gobierno de Guatemala	17
e) Costo total del proyecto	24
f) Programación de las operaciones	24
III. Justificación del proyecto	27
a) Consideraciones generales	27
b) Problemas específicos del Valle de Guatemala	28

PRESENTACION

Con fecha 10 de abril de 1971, el Instituto Geográfico Nacional de Guatemala se dirigió a la Secretaría de la CEPAL con objeto de solicitar asesoría para la elaboración de una petición de asistencia técnica ante el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para llevar a cabo estudios sobre el agua subterránea del Valle de Guatemala.

A tal efecto, la Secretaría de la CEPAL encargó al Asesor Regional en Recursos Hidráulicos (OCT), señor J. Roberto Jovel, la preparación de un documento al respecto sobre las bases y lineamientos establecidos por el Programa Evaluación de los Recursos Hidráulicos en el Istmo Centroamericano.

El presente documento constituye la versión provisional de la solicitud de asistencia técnica que el Gobierno de Guatemala podría presentar ante el PNUD para llevar a cabo los estudios hidrogeológicos en el Valle de Guatemala.

I. RESUMEN DE LA SOLICITUD

1. Antecedentes

En su Plan General de Desarrollo de la Nación, el Gobierno de Guatemala ha otorgado prioridad a los programas de desarrollo hidráulico. Dadas las características del país, el aprovechamiento del agua subterránea es imperativo complemento de los recursos superficiales para satisfacer las necesidades de irrigación y de agua potable e industrial.

No existe sin embargo un organismo que efectivamente lleve a cabo la investigación de los recursos del subsuelo, aunque sean muchas las entidades gubernamentales y privadas que sin control alguno hacen uso del agua subterránea para diferentes propósitos. No se cuenta tampoco con suficiente personal capacitado para llevar a cabo investigaciones a este respecto.

Estudios preliminares señalan que en la vertiente del Pacífico existen amplios depósitos renovables de agua subterránea cuyos rendimientos potenciales son de magnitud considerable, y podrían ser objeto de aprovechamiento económico en gran escala.

Conviene, por consiguiente, iniciar a corto plazo la evaluación de los recursos hídricos del subsuelo, en la zona donde existe un potencial y necesidades previsibles.

2. El proyecto

a) Descripción del área del proyecto

El proyecto se efectuaría en el Valle de Guatemala, donde se encuentra la ciudad capital y habitan alrededor de 780 000 personas; el proyecto correspondería a un área aproximada de 812 kilómetros cuadrados, drenada por los ríos Michatoya y Las Vacas.

La zona a investigar posee una adecuada red pluviométrica y termométrica; durante el período de 1960 a 1969 recibió una precipitación anual media de 1 280 milímetros. Dos estaciones fluviográficas controlan

/el escurrimiento

el escurrimiento del área del proyecto, estimándose que el coeficiente de escorrentía es inferior al 25 por ciento de la precipitación. Estimaciones provisionales indican que la evapotranspiración potencial asciende en ese lugar a los 1 640 milímetros anuales, observándose deficiencias de agua durante el período noviembre-abril, por lo cual el consumo real se calcula que no excede de 850 milímetros.

En la parte sur del Valle de Guatemala existen depósitos de materiales piroclásticos del Cuaternario, que constituyen excelentes medios de recarga para el agua subterránea; depósitos de pómez con intercalaciones de los piroclásticos antes señalados, en el Valle propiamente dicho, constituyen el principal depósito del agua subterránea; finalmente, en sus extremos oriental, occidental y norte existen formaciones antiguas no diferenciadas, con características acuíferas generalmente desfavorables.

El suministro actual de agua para uso doméstico e industrial es de 1 750 litros por segundo, y se basa esencialmente en el aprovechamiento no controlado del agua subterránea; las aguas servidas se vierten crudas en los ríos que drenan el área. La utilización consuntiva del agua resulta en competencia y conflicto con la generación de energía en varias plantas hidroeléctricas que utilizan los caudales de los afluentes del río Michatoya; las aguas residuales no tratadas contaminan los ríos, impiden su utilización para riego y significan un serio peligro para la salud.

Se estima que en el futuro inmediato las demandas de agua aumentarán a una tasa de más del 3 por ciento anual, y agravarán en igual proporción la situación descrita, a menos que de inmediato se tomen las medidas adecuadas.

Adicionalmente se ~~realizarían~~ estudios geohidrológicos básicos en las cuencas de la vertiente del Pacífico, donde las condiciones son propicias para el aprovechamiento en gran escala del agua subterránea.

b) Propósitos y alcances del estudio

El proyecto, motivo de esta solicitud, tiene por objeto establecer las disponibilidades seguras de agua subterránea en el Valle de Guatemala y las bases adecuadas para la realización de la evaluación integral de los recursos de agua subterránea en todo el país. Para ello realizaría las siguientes labores:

- 1) Investigaciones de campo y estudios para determinar el rendimiento seguro y elaborar un esquema de desarrollo del agua subterránea en el Valle de Guatemala;
- 2) Estudio de la vertiente del Pacífico, donde las demandas de agua son elevadas y los recursos superficiales limitados, definiendo las características hidrogeológicas básicas de las cuencas de más alto potencial;
- 3) Establecimiento de una oficina técnica de aguas subterráneas para que se hiciese cargo de proseguir los estudios a nivel nacional una vez terminado el proyecto;
- 4) Formación de personal nacional, en todos los niveles, para capacitarlo en las labores de que se trate, y
- 5) Formulación de una legislación de aguas adecuada para el país.

c) Gastos y financiamiento del proyecto

El proyecto solicitado se iniciaría en marzo de 1973 y tendría una duración total de 42 meses. Su costo aproximado se estima en 1 357 080 dólares, de los cuales el 52 por ciento sería aportado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el 48 por ciento restante por el Gobierno de Guatemala.

La presente solicitud al PNUD incluye el suministro de 146 meses-hombre por concepto de expertos y consultores; 72 meses-hombre para becas de adiestramiento y especialización del personal nacional en el extranjero; y adquisición del equipo para el desarrollo de las actividades del proyecto.

/El Gobierno

El Gobierno de Guatemala aportaría el personal adecuado de contrapartida, los locales y el personal de secretaría y los equipos complementarios, aparte de los suministros requeridos para llevar a cabo los trabajos; contribuiría asimismo a sufragar los gastos locales de ejecución del proyecto.

3. Justificación del proyecto

La justificación de la inversión para estudiar el potencial de aguas subterráneas a escala nacional se encuentra en la necesidad de complementar los recursos hídricos de superficie ante la demanda futura prevista de la población creciente. En los próximos veinte años se precisará agregar 243 000 hectáreas a las que se riegan en la actualidad y satisfacer las demandas de agua potable e industrial para 4.3 millones de nuevos habitantes.

El crecimiento del sector de riego está supeditado exclusivamente a las tierras de la vertiente del Pacífico, donde se concentrará también un alto porcentaje de la demanda de agua potable e industrial. Como los recursos hídricos de superficie del Pacífico durante el estiaje son muy limitados, deberán complementarse con obras de almacenamiento de caudales y con un amplio aprovechamiento de las aguas del subsuelo, a cuyo respecto existe un potencial de desarrollo considerable y económico.

Las inversiones nacionales del sector de riego y de agua potable e industrial programadas para los próximos 20 años ascenderán a cerca de 230 millones de dólares; los gastos del proyecto solicitado representan menos del uno por ciento de dicha cantidad. Los aprovechamientos programados exigen urgentemente bases técnicas, institucionales y legales, que serían proporcionadas o fomentadas por el proyecto.

El Valle de Guatemala es una zona de altos recursos hídricos que son objeto de amplio e incontrolado aprovechamiento, y dan lugar a conflictos entre los diversos sectores de usuarios. La demanda futura tenderá a agravar esa situación que los estudios propuestos permitirán resolver oportunamente.

II. DETALLES DE LA SOLICITUD

1. Antecedentes

a) Origen de la solicitud

El Gobierno de Guatemala dentro de su plan general de desarrollo de la nación ha reconocido la necesidad de dar un empuje notable al aprovechamiento de los recursos hidráulicos que permita satisfacer las necesidades de la creciente población e incrementar su nivel de vida.

Dadas las características climatológicas del país, especialmente en la vertiente del Pacífico, los caudales de estiaje son muy limitados por lo que no podrían satisfacerse las necesidades futuras de irrigación y suministro de agua potable e industrial, a menos que se efectúen costosas obras de regularización de caudal y/o se empleen ampliamente los recursos de agua del subsuelo.^{1/}

Las condiciones geológicas --de al menos la vertiente pacífica-- son favorables para la recarga, almacenamiento y transmisión del agua subterránea; el rendimiento seguro estimado de los depósitos subterráneos representa una fracción significativa del agua total disponible, y volúmenes considerables podrían extraerse en condiciones económicas ventajosas.^{2/}

Por esas razones se estableció la necesidad de llevar a cabo un estudio sistemático y amplio de las disponibilidades de agua subterránea en el país, iniciando el estudio en una zona representativa en la que las necesidades de agua fuesen apremiantes.

La presente solicitud, basada en las necesidades señaladas, incluye la descripción de los objetivos y alcances del programa propuesto, así como el detalle de necesidades y costos para llevarlo a cabo.

- 1/ Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos, Programa de evaluación de recursos hidráulicos en el Istmo Centroamericano; III. Guatemala. (E/CN.12/CCE/SC.5/72; TAO/LAT/104). Comisión Económica para América Latina, México, D. F., 1971.
- 2/ Programa evaluación de recursos hidráulicos en el Istmo Centroamericano; III. Guatemala. Anexo A. Meteorología e hidrología. (E/CN.12/CCE/SC.5/72/Add.1) Comisión Económica para América Latina, México, D.F. 1970 (p.53-76).

/b) Estado

b) Estado de la hidrogeología en Guatemala

Son escasos los conocimientos sobre la hidrogeología del país, a cuyo respecto sólo se han efectuado estudios de reconocimiento e investigaciones preliminares en la vertiente del Pacífico, en 1956^{3/} y 1970^{4/}, por lo que ha podido comprobarse que por lo menos en dicha vertiente y en los valles intermontanos de Guatemala, Antigua y Quezaltenango, existen amplios depósitos renovables de agua subterránea, con rendimientos estimados de magnitud considerable.

Dichos depósitos están constituidos por formaciones aluvionales y por deposiciones de pómez, ambas del período Cuaternario, con estratos intercalados de rocas ígneas basálticas o andesíticas procedentes de la cadena volcánica costera, que reciben amplios volúmenes de recarga directa de la precipitación y de la procedente de las formaciones piroclásticas cuaternarias de la cadena costera; poseen además capacidad de almacenamiento y transmisión de agua, entre excelente y moderada, pudiendo rendir caudales altos por medio de pozos.

Existen numerosos pozos de producción sobre los que se cuenta con información sobre rendimiento y capacidad específica que han servido de base para conocer la factibilidad de desarrollar aprovechamientos en gran escala. Esta información suele encontrarse en los archivos de las empresas particulares de perforación.

En términos generales, puede considerarse que en Guatemala se cuenta con algún personal profesional experto en hidrología y planeamiento de recursos hidráulicos; aunque no existe ninguno, prácticamente, especializado en hidrogeología, geofísica y geología de aguas subterráneas.

c) Aspectos legales e institucionales^{5/}

El Instituto Geográfico Nacional es, por ley, el encargado de realizar los estudios sobre aguas subterráneas. Con escasos recursos de personal y de equipo realiza el levantamiento del mapa geológico general del país y mapas geológicos semidetallados, algunos de los cuales han sido publicados y se encuentran a disposición de los usuarios.

^{3/} Willian L. Broadhurst. Agua subterránea en la costa del Pacífico, Guatemala International Development Services, 1956.

^{4/} Evaluación de los recursos hidráulicos en el Istmo Centroamericano; III. Guatemala. Anexo A: Meteorología e hidrología. Pág. 53-76. Op. cit.

^{5/} Véase Evaluación de los recursos hidráulicos en el Istmo Centroamericano; III. Guatemala Anexo D. Aspectos legales e institucionales. (E/CN.12/CCE/SC.5/72/Add.4). Comisión Económica para América Latina. México, D. F., 1970.

La Municipalidad de Guatemala, el Departamento de Acueductos y Alcantarillados de la Dirección de Obras Públicas, el Departamento de Saneamiento Ambiental de la Dirección de Salud y otros organismos estatales y particulares, han perforado y operan pozos para obtener agua potable e industrial y para irrigación. No existe sin embargo control alguno sobre estos aprovechamientos. Recientemente emprendieron el Instituto Geográfico y la Municipalidad de Guatemala un modesto programa de inventario sobre la información existente en la zona de la ciudad capital, donde el empleo del agua subterránea alcanza volúmenes considerables.

No existe en Guatemala una legislación unitaria que establezca una política de aprovechamiento hidráulico; los instrumentos legales en vigencia favorecen una pluralidad de políticas e incluso dan lugar a actividades contradictorias o conflictivas en el aprovechamiento y manejo del agua.

De acuerdo con la ley, las aguas subterráneas se definen como las que escurren naturalmente bajo tierra, aunque en algún momento hayan sido superficiales. Pertenecen al dominio público, salvo las alumbradas y aprovechadas por el dueño de la superficie y las alumbradas por concesionarios de minas.

Se señala un radio en torno a determinadas obras y fuentes de agua, dentro del que no pueden efectuarse obras de alumbramiento, a menos que se obtenga permiso especial. No se prevé en la legislación la recopilación y concentración sistemática de información sobre perforación de pozos o sobre las extracciones.

Los altos grados de aprovechamiento previstos para el futuro señalan la necesidad de elaborar y promulgar un código nacional de aguas que contemple todos los aspectos del recurso, coordine y racionalice su utilización, y asegure su conservación.

2. El proyecto

a) Descripción del área del proyecto

i) Ubicación. El proyecto se realizaría en la República de Guatemala, Centroamérica; su parte principal, en el Valle de Guatemala, en el sector central del país, formado por las partes altas de las cuencas de los ríos Michatoya y Las Vacas que drenan hacia los océanos Pacífico y Atlántico, respectivamente, y la restante en la vertiente del Pacífico.

En el Valle --donde está asentada la ciudad capital de Guatemala-- habitan unas 780 000 personas, la mayor parte en centros urbanos, y en él se aloja el núcleo principal de las industrias del país.

El área total a investigar abarca una extensión aproximada de 812 kilómetros cuadrados, de los cuales 558 corresponden al área drenada por el río Michatoya, y el resto a la que desagua por el río Las Vacas, afluente del Motagua. La mayor elevación del área está ubicada en el parte-aguas del Volcán de Agua, de 3 760 metros de altitud sobre el nivel del mar; la menor es de aproximadamente 980 metros, en la estación fluvio-métrica Jurún-Marinalá, sobre el Michatoya, en la vecindad de Palín.

ii) Pluviometría y precipitación. Dentro del área del proyecto existen por lo menos 40 estaciones pluviométricas con registros comunes de más de 10 años. Sobre la base de esta red se ha calculado para el período 1960-69 una precipitación media de 1 280 milímetros anuales; los valores extremos observados son de unos 2 200 milímetros en el lado suroccidental del área, y de menos de 1 000 en la parte norte.

Existen además 22 estaciones medidoras de temperatura dentro del área con registros cortos e intermitentes; la temperatura anual media del área es de unos 18 grados centígrados.

iii) Hidrometría y escurrimiento superficial. Una estación hidrográfica de primer orden, ubicada en Jurún-Marinalá sobre el río Michatoya, controla el escurrimiento del 70 por ciento del área del proyecto desde 1964. El caudal medio calculado para esta estación es de 5.2 metros cúbicos por segundo, que indica un coeficiente anual de escorrentía de sólo 23 por ciento.

/El río

El río Las Vacas está controlado por una estación fluviográfica de primer orden, cuya instalación se ha concluido recientemente.

Dentro del área existen además numerosas estaciones fluviométricas que son objeto de aforos esporádicos, especialmente durante la época seca.

iv). Evapotranspiración. Cálculos provisionales basados en la información meteorológica disponible señalan que la evapotranspiración potencial en el área del proyecto es de unos 1 640 milímetros anuales.

Durante el período noviembre-abril no existe sin embargo agua suficiente para satisfacer las necesidades consuntivas de las plantas. Ajustes que toman en cuenta la disponibilidad reducida de agua para el consumo, indican que la evapotranspiración real es del orden de los 850 milímetros anuales solamente.

v) Hidrogeología y agua subterránea.^{6/} En el área del proyecto pueden distinguirse tres unidades hidrogeológicas principales:

1) Depósitos de materiales piroclásticos del Cuaternario, ubicados en la cadena volcánica costera, constituidos generalmente por rocas ígneas extrusivas de carácter andesítico y/o basáltico. Constituyen una excelente área de recarga para otras formaciones subyacentes y están situados en el extremo sur del área del proyecto.

2) Depósitos de pómez ubicados en el Valle propiamente dicho, con estratos intercalados de los piroclásticos a que se refiere el punto 1 anterior, a diferentes profundidades. Constituyen el principal depósito subterráneo del área del proyecto y reciben razonables tasas de recarga directamente de la precipitación, además de la procedente de los materiales indicados en el punto 1).

3) Formaciones sin diferenciar del período Terciario y más antiguas aún, ubicadas alrededor de la parte oeste, norte y este del Valle, de características acuíferas limitadas.

6/ Evaluación de Recursos Hidráulicos en el Istmo Centroamericano: III, Guatemala, Anexo A, Meteorología e hidrología. (p. 53-76).Op.cit.

Parece que el agua subterránea parte de las áreas principales de recarga en los parte-aguas, siguiendo la dirección del drenaje superficial; su magnitud está gobernada por el gradiente hidráulico y la permeabilidad y dimensiones físicas de los materiales saturados.

Aunque los datos son escasos, en el Valle de Guatemala se encuentra el agua a profundidades que pueden llegar a ser de 40 y 50 metros, siendo el gradiente hidráulico de entre 2 por mil hasta el uno por ciento. Informes dignos de crédito sobre rendimientos y capacidades específicas de pozos de producción permiten suponer que la permeabilidad de los depósitos de pómez del Valle es del orden de los 500 GPD/PIE² (o 12 LPD/m²); en los materiales volcánicos no consolidados de la cadena costera, dicha permeabilidad puede exceder de los 1 000 GPD/PIE². El rango del coeficiente de almacenamiento de estas formaciones puede ser de entre 2 y 30 por ciento.

Es usual la obtención de pozos con rendimientos que oscilan entre los 100 y los 700 GPM (6 y 45 l/s) en los depósitos de pómez, y de entre 700 y 1 500 GPM (45-95 l/s) en los materiales volcánicos no consolidados del sur del área.

Por lo que respecta a la información básica disponible, cabe señalar que existe un mapa geológico nacional reciente (1970), a nivel de reconocimiento y escala 1:500 000. Además se han publicado numerosas cartas geológicas semidetalladas, a escala 1:50 000, que cubren un 33 por ciento del Valle de Guatemala; sobre el resto del Valle estarán disponibles a finales de 1972.

vi) Aprovechamiento de agua. El abastecimiento de agua para uso doméstico e industrial en el área del proyecto se basa esencialmente en la captación de manantiales y fuentes de los afluentes del Michatoya y en sistemas de pozos; todo el suministro se basa por consiguiente en fuentes de agua subterránea.

La distribución aproximada de dicho suministro, por entidades abastecedoras, es la siguiente:

/Millones de

	<u>Millones de litros</u>
	<u>diarios</u>
Municipalidad de Guatemala	112
Cía. del Agua del Mariscal, S. A.	15
Autoabastecedores (pozos)	33
<u>Total estimado</u>	<u>160</u> (1 750 litros por segundo)

Las aguas residuales, calculadas como el 75 por ciento de la dotación arriba estimada, se vierten crudas en los ríos de la vertiente atlántica principalmente. El caudal de éstos es insuficiente para producir dilución natural durante el estiaje y ocurre contaminación, con el consiguiente peligro para la salud humana y animal. Se impide así la reutilización del agua, abajo de los lugares de descarga de las aguas negras.

Varias centrales hidroeléctricas, con aproximadamente 72 MW de potencia instalada y 250 GWh de generación anual, utilizan las aguas del río Michatoya; en un alto porcentaje, esta generación depende de los caudales que provienen del área del proyecto. La utilización consuntiva cada día mayor para el suministro de agua potable e industrial del área del proyecto, afecta adversamente a la generación de electricidad en estas centrales, especialmente durante el periodo de estiaje.

b) Propósitos y alcances del estudio

Los estudios a realizar bajo el proyecto objeto de esta solicitud tenderían esencialmente a servir de punto de partida para la realización de un estudio integral del potencial de aguas subterráneas del país.

Con ese objeto se verificarían dentro del proyecto las siguientes actividades (sin limitarse solamente a ellas).

i) Estudio en detalle de la ocurrencia y el rendimiento seguro de los depósitos de agua subterránea del Valle de Guatemala, y formulación de un plan detallado de aprovechamiento integral futuro sobre bases científicas;

ii) Estudio general de la hidrogeología de la vertiente del Pacífico, para definir las características geohidrológicas básicas de las cuencas de alto potencial de agua subterránea, que serviría de base para estudios detallados que se llevarían a cabo posteriormente;

/iii) Contribución

iii) Contribución al establecimiento y fortalecimiento de una oficina técnica nacional de aguas subterráneas, capacitándola en todos los aspectos para proseguir con la tarea de investigar, aprovechar y controlar el desarrollo de los recursos de agua subterránea del país, una vez terminado el proyecto;

iv) Contribución a la formación de personal nacional, a todos los niveles, adiestrándole en la teoría y práctica modernas de investigación, aprovechamiento, manejo y conservación de las aguas del subsuelo, por medio de becas en el exterior y de adiestramiento en el servicio;

v) Asesoramiento sobre la formulación de una moderna y adecuada legislación de aguas para el país, señalando el énfasis adecuado a lo referente a los recursos hídricos del subsuelo.

Para lograr esos objetivos el proyecto se desarrollaría durante un período de 42 meses, a partir de 1973. La institución oficial de contrapartida del Gobierno de Guatemala sería el Instituto Geográfico Nacional (IGN), al que corresponde legalmente realizar la investigación del recurso agua y para lo cual reforzaría y aumentaría apropiadamente sus recursos presupuestarios ordinarios. La Municipalidad de Guatemala, el Observatorio Nacional Meteorológico y el Instituto Nacional de Electrificación participarían activamente en las respectivas labores de su incumbencia. El Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano --PNUD/OMM y gobiernos centroamericanos-- en su segunda etapa, será un valioso complemento en el campo de la meteorología, hidrología y calidad del agua. El estudio Evaluación de recursos hidráulicos elaborado por la CEPAL presenta un marco general de referencia para este proyecto.

c) Aportes solicitados al Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo(PNUD)

Esta solicitud de asistencia, sometida a consideración del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) por el Gobierno de Guatemala, contempla la obtención de expertos asesores, becas y equipos y suministros.

i) Expertos. Para el proyecto se solicita un total de 126 meses-experto en diferentes especialidades y por periodos de duración variable, así como 20 meses-experto en concepto de consultoría sobre aspectos específicos. Las atribuciones y responsabilidades, los campos de actividad y la duración de las funciones de cada experto se describen en seguida:

1) Ingeniero de aguas subterráneas y director del proyecto. Dirigirá las actividades técnicas del proyecto y coordinará las labores de los demás expertos. Su gestión durará la totalidad del proyecto, es decir, 42 meses. Deberá ser ingeniero o hidrogeólogo, con especialización en hidrología e hidráulica de aguas subterráneas y con amplia experiencia en la dirección y coordinación de estas actividades. Además de dirigir el proyecto, tendrá a su cargo todo el aspecto de ingeniería del estudio, especialmente lo referente a hidrología y al planeamiento del aprovechamiento de los recursos.

2) Geólogo. Tendrá a su cargo el levantamiento de los mapas geológicos detallados del área del proyecto para identificar las áreas de recarga, almacenamiento y descarga del agua subterránea. En colaboración con los demás miembros de la misión decidirá la ubicación de los pozos de prueba y tendrá a su cargo el análisis de la información geológica que se obtenga mediante el programa de perforación exploratoria. Prestará particular atención a la formación del personal de contrapartida. Su participación en el proyecto será de 30 meses. Deberá ser geólogo diplomado, con especialidad en aguas subterráneas y amplia experiencia en este campo.

3) Geofísico. Llevará a cabo la investigación geofísica que requiere el proyecto, prestando particular atención al adiestramiento de personal local. Deberá ser un profesional con amplia experiencia en esta especialidad. Sería contratado por dos años.

4) Superintendente de perforación. Tendrá a su cargo todo lo relacionado con las perforaciones de exploración, siendo responsable de estas actividades y del adiestramiento de personal técnico de contrapartida.

/Deberá contar

Deberá contar con amplia experiencia en perforación rotativa en medios volcánicos. Participará en el proyecto un mínimo de 30 meses.

5) Consultores. Se prevé la necesidad de consultores por períodos cortos, sobre aspectos específicos como hidrología, evapotranspiración, simulación análoga, hidráulica de pozos, legislación de aguas, etc. Un total de 20 meses ha sido asignado para este propósito.

En el cuadro 1 se indica el costo total de los servicios de expertos y consultores, así como la distribución tentativa de la duración de sus intervenciones en el proyecto. En total se requieren 146 meses-experto, a un costo de 365 000 dólares, distribuidos en cuatro años.

Se considera indispensable que tanto el director del proyecto como el superintendente de perforación dominen el español; en los demás expertos, el español y el inglés sería deseable.

ii) Becas. Se considera necesario contar con un número amplio de becas de capacitación y especialización en el exterior para los funcionarios y técnicos de contrapartida, que les permitan adquirir conocimientos especializados, en teoría y práctica, sobre cada materia.

El Gobierno de Guatemala se compromete a mantener íntegramente el sueldo de los becarios mientras realicen sus estudios en el exterior y a proporcionarles empleo adecuado al regreso al país, para aprovechar debidamente los conocimientos que hubiesen adquirido.

Dada la ausencia de geólogos disponibles, con especialización en agua subterránea, se solicita una beca de 36 meses de duración. En los campos de hidrogeología y geofísica se solicitan 18 y 12 meses, respectivamente, para especializar personal ya existente. Finalmente, se incluye una beca de seis meses para estudiar al aspecto de legislación de aguas.

En resumen, se requiere un total de 72 meses para becas, a un costo estimado de 28 800 dólares. Un detalle de sus costos y del calendario propuesto se indica en el cuadro 2.

iii) Equipo y suministros. El equipo y otros suministros de procedencia extranjera que se requieren para la realización del proyecto solicitado, se distribuye en equipo de perforación y bombeo, transporte, geofísica, hidrología y equipos varios.

El rubro de perforación y bombeo incluye una máquina perforadora rotativa completamente equipada, tubería de ademe, equipos para ensayos de bombeo, lodos de perforación, una grúa para labores de desarrollo de pozos y otras, y un trailer con tanques de agua. Todo por un valor estimado de 199 500 dólares.

/Cuadro 1

Cuadro 1

VALLE DE GUATEMALA: COSTOS Y DISTRIBUCION CRONOLOGICA DE LOS SERVICIOS DE EXPERTOS Y CONSULTORES DEL PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

Expertos	Total		1973		1974		1975		1976	
	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares
Total expertos	<u>146</u>	<u>365 000</u>	<u>17</u>	<u>42 500</u>	<u>51</u>	<u>127 500</u>	<u>57</u>	<u>142 500</u>	<u>21</u>	<u>52 500</u>
1. Ingeniero de aguas subterráneas y director del proyecto	42	105 000	9	22 500	12	30 000	12	30 000	9	22 500
2. Geólogo	30	75 000	3	7 500	12	30 000	12	30 000	3	7 500
3. Geofísico	24	60 000	-	-	9	22 500	12	30 000	3	7 500
4. Superintendente de perforación	30	75 000	3	7 500	12	30 000	12	30 000	3	7 500
5. Consultores	20	50 000	2	5 000	6	15 000	9	22 500	3	7 500

Cuadro 2

VALLE DE GUATEMALA: COSTO Y CALENDARIO PROPUESTO DE BECAS DE ADIESTRAMIENTO

Becas	Total		1973		1974		1975		1976	
	Hombre- mes	Costo (dólares)	Hombre- mes	Costo (dólares)	Hombre- mes	Costo (dólares)	Hombre- mes	Costo (dólares)	Hombre- mes	Costo (dólares)
<u>Total de becas</u>	<u>72</u>	<u>28 800</u>	<u>18</u>	<u>7 200</u>	<u>30</u>	<u>12 000</u>	<u>18</u>	<u>7 200</u>	<u>6</u>	<u>2 400</u>
1. Ingeniería de aguas sub- terráneas	18	7 200	6	2 400	12	4 800	-	-	-	-
2. Hidrogeología	36	14 400	6	2 400	12	4 800	12	4 800	6	2 400
3. Geofísica	12	4 800	6	2 400	6	2 400	-	-	-	-
4. Legislación de aguas	6	2 400	-	-	-	-	6	2 400	-	-

Para el transporte se requerirá un camión grande, dos jeeps y dos pick-up trucks con tracción en las cuatro ruedas, por valor de unos 16 000 dólares.

Para estudios geofísicos, que se complementarán con equipo del IGN, será necesario proveer un aparato sísmico-reflexión y un "electric and gamma-ray logger". Su costo estimado es de 30 000 dólares.

Se requerirán 10 limnigrafos para pozo, 4 molinetes completos y 5 sondas eléctricas para realizar estudios hidrológicos, a un costo de 3 500 dólares.

Se invertirán 11 500 dólares en equipo accesorio como 2 aparatos de soldadura eléctrica, un compresor de aire y una planta eléctrica. Cinco mil dólares adicionales serán asignados para la edición del informe final, en lo cual también colaborará el IGN, y 24 500 dólares para misceláneos.

El total bajo este rubro de equipos y suministros, a ser aportado por el PNUD, alcanzará los 290 000 dólares. (Véase el cuadro 3 para mayor detalle.)

iv) Resumen de aportes solicitados al PNUD. Un resumen de aportaciones del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, para la realización del proyecto propuesto, sería el siguiente:

	<u>Dólares</u>	<u>Por ciento</u>
1. Expertos	365 000	52
2. Becas	28 800	4
3. Equipos y suministros	290 000	42
4. Gastos locales de operación	17 200	2
<u>Total</u>	<u>701 000</u>	<u>100</u>

El detalle resumido de estos aportes y el calendario aproximado de desembolsos, aparece en el cuadro 4.

d) Aportes de contraparte del Gobierno de Guatemala

El Gobierno de Guatemala, a través del Instituto Geográfico Nacional actuará como organismo ejecutor de contraparte, efectuará las aportaciones en especie y en efectivo que se describen a continuación:

Cuadro 3

VALLE DE GUATEMALA: EQUIPO Y SUMINISTROS A PROPORCIONARSE POR
LAS NACIONES UNIDAS

Cantidad	Descripción	Costo (dólares)
<u>Total de equipo y suministros</u>		<u>290 000</u>
<u>1. Equipo de perforación y bombeo</u>		<u>199 500</u>
1	Máquina perforadora del tipo rotativo, con capacidad para 1 000 pies de profundidad, totalmente equipada; con repuestos para tres años de operación normal	100 000
-	Lodos de perforación	8 000
15 000	Pies de tubería de ademe de diferente diámetro	60 000
2	Bombas de prueba, con motor	22 000
1	Camión-grúa	8 000
1	Trailer, con tanque para agua	1 500
<u>2. Equipo de transporte</u>		<u>16 000</u>
1	Camión	5 000
2	Pick-up trucks	6 000
2	Jeeps	5 000
<u>3. Equipo geofísico</u>		<u>30 000</u>
1	Aparato sísmico-reflexión	17 000
1	Aparato para perfilajes eléctricos	13 000
<u>4. Equipo hidrológico</u>		<u>3 500</u>
10	Limígrafos para pozo	2 000
4	Molinetes completos	1 200
5	Sondas eléctricas	300
<u>5. Otro equipo</u>		<u>11 500</u>
2	Equipos de soldadura eléctrica	3 000
1	Compresor de aire	2 500
1	Planta eléctrica (a diesel)	6 000
<u>6. Otros</u>		<u>29 500</u>
	Informe final	5 000
	Misceláneos	24 500

Cuadro 4

VALLE DE GUATEMALA: APORTES TOTALES DEL PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

Concepto	Total		1973		1974		1975		1976	
	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares
<u>Costo total del proyecto</u>		<u>701 000</u>		<u>238 400</u>		<u>235 000</u>		<u>161 700</u>		<u>65 900</u>
1. <u>Expertos</u>	<u>146</u>	<u>365 000</u>	<u>17</u>	<u>42 500</u>	<u>51</u>	<u>127 500</u>	<u>57</u>	<u>142 500</u>	<u>21</u>	<u>52 500</u>
Ingeniero de aguas sub- terráneas (Director)	42	105 000	9	22 500	12	30 000	12	30 000	9	22 500
Geólogo	30	75 000	3	7 500	12	30 000	12	30 000	3	7 500
Geofísico	24	60 000	-	-	9	22 500	12	30 000	3	7 500
Superintendente perforador	30	75 000	3	7 500	12	30 000	12	30 000	3	7 500
Consultores	20	50 000	2	5 000	6	15 000	9	22 500	3	7 500
2. <u>Becas</u>	<u>72</u>	<u>28 800</u>	<u>18</u>	<u>7 200</u>	<u>30</u>	<u>12 000</u>	<u>18</u>	<u>7 200</u>	<u>6</u>	<u>2 400</u>
Hidrogeología	18	7 200	6	2 400	12	4 800	-	-	-	-
Geología	36	14 400	6	2 400	12	4 800	12	4 800	6	2 400
Geofísica	12	4 800	6	2 400	6	2 400	-	-	-	-
Legislación de aguas	6	2 400	-	-	-	-	6	2 400	-	-
3. <u>Equipo y suministros</u> (Véase cuadro 3)		<u>290 000</u>		<u>182 500</u>		<u>91 500</u>		<u>8 000</u>		<u>8 000</u>
4. <u>Gastos locales de operación</u>		<u>17 200</u>		<u>6 200</u>		<u>4 000</u>		<u>4 000</u>		<u>3 000</u>

1) Servicios personales. El Gobierno de Guatemala proporcionará todo el personal profesional, técnico y misceláneo que sea necesario para llevar a cabo el proyecto. Se estima que este aporte será de 2 361 hombres-mes, ^{7/} a un costo de 430 280 dólares distribuidos a lo largo del período de cuatro años.

2) Todas las facilidades que sean requeridas para instalar las oficinas y bodegas que necesite el proyecto, hasta un costo aproximado de 40 000 quetzales.

3) Equipos y suministros por valor aproximado de 100 000 quetzales, lo que incluye mobiliario y equipo de oficina; equipos topográfico, geofísico y de transporte; materiales, combustibles y lubricantes, etc., por un monto estimado de 100 000 quetzales, según indica el cuadro 5.

4) Una partida de 56 600 quetzales para cubrir gastos relacionados con aseguros, viáticos del personal local, gastos postales y telefónicos, etc.

5) Una contribución en efectivo por valor aproximado de 29 200 quetzales destinada a financiar los gastos locales de ejecución del proyecto (estimada como el 8 por ciento del costo de los expertos de Naciones Unidas).

Los aportes del Gobierno de Guatemala, con el calendario aproximado de desembolsos, se indican en el cuadro 6. El monto total de aportes durante el proyecto asciende a 656 080 dólares.

El Gobierno de Guatemala se compromete también a adoptar las medidas necesarias para asegurar el adecuado funcionamiento de la oficina de aguas subterráneas una vez finalizado el proyecto, enmarcándola dentro de la organización institucional que tenga a su cargo la totalidad del recurso agua.

^{7/} Distribuidos de la siguiente manera: profesionales, 243 hombres-mes; técnicos, 1 098; misceláneo, 1 020.

Cuadro 5

VALLE DE GUATEMALA: EQUIPOS Y SUMINISTROS A SER PROPORCIONADOS POR EL
GOBIERNO DE GUATEMALA

Cantidad	Descripción	Costo (quetzales)
	<u>Total equipo y suministros</u>	<u>100 000</u>
	<u>Total equipo</u>	<u>41 500</u>
	Mobiliario y equipo de oficina	5 000
	Equipo topográfico	4 500
4	Vehículos	12 000
	Equipo geofísico (magnetómetro y gravímetro)	20 000
	<u>Total materiales y servicios</u>	<u>48 500</u>
	Mapas y fotografías aéreas	10 000
	Materiales para perforación	12 000
	Combustibles y lubricantes	10 500
	Material de oficina	7 000
	Impresión y publicación	5 000
	Misceláneos	4 000

Cuadro 6

VALLE DE GUATEMALA: APORTES DEL GOBIERNO DE GUATEMALA

Concepto	Total		1973		1974		1975		1976	
	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares
Contribución total		656 080		171 720		175 640		176 840		131 880
Contribución en efectivo ^{a/}		29 200		3 400		10 200		11 400		4 200
Contribución en especie		626 880		168 320		165 440		165 440		127 680
1. <u>Servicios personales</u>	2 361	430 280	399	77 020	720	130 840		129 840		93 580
a) <u>Profesional</u>	243	125 700	45	23 400	72	37 200	72	37 000	54	27 900
Codirector	42	25 200	9	5 400	12	7 200	12	7 200	9	5 400
Geofísico	42	21 000	9	4 500	12	6 000	12	6 000	9	4 500
Hidrólogo	42	21 000	9	4 500	12	6 000	12	6 000	9	4 500
Geólogo	42	21 000	9	4 500	12	6 000	12	6 000	9	4 500
Ingeniero	42	21 000	9	4 500	12	6 000	12	6 000	9	4 500
Abogado	33	16 500	-	-	12	6 000	12	6 000	9	4 500
b) <u>Técnico</u>	1 098	195 600	225	39 600	324	58 200	324	58 200	225	39 600
Ayudante geología (2)	84	16 800	18	3 600	24	4 800	24	4 800	18	3 600
Asistente geología (1)	42	4 200	9	900	12	1 200	12	1 200	9	900
Ayudante hidrología (4)	168	16 800	36	3 600	48	4 800	48	4 800	36	3 600
Supervisor aforos (1)	42	8 400	9	1 800	12	2 400	12	2 400	9	1 800
Aforadores (2)	84	8 400	18	1 800	24	2 400	24	2 400	18	1 800
Ayudante geofísica (2)	84	16 800	18	3 600	24	4 800	24	4 800	18	3 600
Perforadores (3)	108	32 400	18	5 400	36	10 800	36	10 800	18	5 400
Ayudante perforación (3)	108	16 200	18	2 700	36	5 400	36	5 400	18	2 700
Topógrafos (3)	126	37 800	27	8 100	36	10 800	36	10 800	27	8 100
Ayudante topografía (6)	252	37 800	54	8 100	72	10 800	72	10 800	54	8 100

/(Continúa)

Cuadro 6 (Conclusión)

Concepto	Total		1973		1974		1975		1976	
	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares	Hombre- mes	Dólares
c) <u>Misceláneos</u>	1 020	108 980	129	14 020	324	34 440	324	34 440	243	26 080
Choferes (3)	126	12 600	27	2 700	36	3 600	36	3 600	27	2 700
Secretaria Bilingue (1)	42	8 400	9	1 800	12	2 400	12	2 400	9	1 800
Secretaria (2)	84	6 720	18	1 440	24	1 920	24	1 920	18	1 440
Dibujante (2)	84	10 080	18	2 160	24	2 880	24	2 880	18	2 160
Mecánicos (2)	72	14 400	6	1 200	24	4 800	24	4 800	18	3 600
Soldadores (2)	72	14 400	6	1 200	24	4 800	24	4 800	18	3 600
Choferes (6)	216	25 940	18	2 160	72	8 640	72	8 640	54	6 500
Bodeguero (1)	36	4 720	3	400	12	1 560	12	1 560	9	1 200
Peones (8)	288	11 720	24	960	96	3 840	96	3 840	72	3 080
2. <u>Edificios</u> (oficinas y bodegas)		40 000		12 500		10 000		10 000		7 500
3. <u>Equipo y suministros</u> (Véase cuadro 5)		100 000		66 000		10 000		10 000		14 000
4. <u>Misceláneos</u>		56 600		12 800		15 600		15 600		12 600
Seguros		1 000		200		300		300		200
Viáticos		37 800		8 100		10 800		10 800		8 100
Correo, telégrafo, etc.		1 800		500		500		500		300
Misceláneos		16 000		4 000		4 000		4 000		4 000

a/ Estimado como el 8 por ciento del costo de expertos.

e) Costo total del proyecto

El proyecto solicitado tendrá un costo total aproximado de 1 357 080 dólares, de los cuales el PNUD aportaría el 52 por ciento y el Gobierno de Guatemala el 48 por ciento. A continuación se resumen las asignaciones de cada parte:

	<u>Dólares</u>
<u>Costo total del proyecto</u>	<u>1 357 080</u>
<u>Aportes del PNUD</u>	<u>701 000</u>
Expertos	365 000
Becas	28 800
Equipos	290 000
Gastos locales de operación	17 200
<u>Aportes del Gobierno de Guatemala</u>	<u>656 080</u>
Para gastos locales de ejecución	29 200
Servicios personales	430 280
Edificios	40 000
Equipo y suministros	100 000
Misceláneos	56 600

f) Programación de operaciones

El proyecto se iniciaría en marzo de 1973 y se prolongaría por espacio de 42 meses; de esa manera, al finalizar el proyecto se contaría con tres años de información hidrológica detallada, se habría dedicado tiempo suficiente a las investigaciones geológicas y geofísicas y se habría desarrollado un amplio programa de perforación exploratoria.

Durante 1973 se organizarían las labores de oficina y terreno, iniciándose los trabajos de hidrología de superficie, inventario y medición sistemática de pozos y fuentes, levantamiento geológico general

y ubicación de lugares para perforación exploratoria. Las labores de perforación podrían iniciarse a fines de año.

En 1974, además de continuar los trabajos antes descritos, se iniciarían la elaboración de balances hidrológicos preliminares, los estudios geológicos detallados y de geofísica; se intensificaría el programa de perforación y se iniciarían los ensayos de bombeo y los estudios de hidráulica de agua subterránea.

Durante el primer trimestre de 1976 concluirían todos los trabajos de hidrología de superficie y subterránea, de geología, geofísica, perforación y los ensayos de bombeo. En ese año se iniciarían (y completarían antes de septiembre) los balances hídricos detallados, la estimación del rendimiento seguro y el planeamiento de los esquemas de desarrollo del recurso,^{8/} y se elaboraría el informe final.

Una representación esquemática del calendario provisional de actividades se incluye en el cuadro 7.

^{8/} Para ello se haría uso del laboratorio regional de simulación análoga establecido en San Salvador con ayuda del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (PNUD/OMM).

Cuadro 7

VALLE DE GUATEMALA: PROGRAMACION TENTATIVA DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Actividades	1973	1974	1975	1976
1. <u>Hidrología de superficie</u>				
Medición de caudales y meteorología	xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxx
Balance hídrico preliminar		xxxxxxxxxx	xxxxxx-----	-----
Balance hídrico detallado			-----	-----xxxxxx
2. <u>Geología, geofísica y perforación</u>				
Mapeo geológico general	xxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxx
Mapeo geológico detallado		xxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxx
Estudios geofísicos		xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxx
Ubicación sitios de perforación	xxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxx-----	
Perforación exploratoria	-----	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxx
3. <u>Hidráulica de agua subterránea</u>				
Inventario de pozos y fuentes	xxxxxxxxxx			
Medición de niveles	xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxx
Ensayos de bombeo		xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxx-----
Análisis hidráulicos de sistema		xxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx
Estimación del rendimiento seguro				xxxxxxxxxx
Planeamiento esquemas de desarrollo				xxxxxx
4. Estudios de legislación		xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx
5. Elaboración del informe final				xxxxxxxxxx

Nota: x Fechas seguras de realización.
- Fechas probables de realización.

III. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

a) Consideraciones generales

La realización de estudios sobre disponibilidades de agua subterránea a nivel nacional, se justifica como sigue:^{9/}

Para satisfacer las necesidades internas de producción agrícola y mantener el ritmo actual de exportaciones fuera del área centroamericana, Guatemala se verá precisada a poner bajo riego 125 000 y 118 000 hectáreas adicionales durante las décadas 1971-80 y 1981-90, respectivamente. En el sector de suministro de agua potable e industrial se prevé la necesidad de satisfacer las demandas de 1 880 000 y 2 460 000 habitantes adicionales en los períodos ya indicados.

La inexistencia de obras de infraestructura en las tierras de la vertiente atlántica requiere que la expansión de la superficie de riego tenga que realizarse a base de las tierras disponibles en el Pacífico, donde se localizará alrededor del 50 por ciento de la población adicional indicada.

A causa de las características hidrometeorológicas de la vertiente del Pacífico, los caudales superficiales disponibles durante el estiaje representan sólo una reducida fracción de los caudales medios de los ríos, razón por la que los aprovechamientos previstos sólo podrán llevarse a cabo mediante la construcción de costosas obras de almacenamiento de agua y regularización de caudales, o bien mediante el aprovechamiento amplio del agua subterránea.

Los reconocimientos realizados indican que las disponibilidades de agua del subsuelo en la vertiente del Pacífico son considerables, que representan un porcentaje significativo de las disponibilidades

9/ Evaluación de los recursos hidráulicos en el Istmo Centroamericano;
III. Guatemala, op. cit.

totales de agua, y que podrían aprovecharse a costos razonablemente bajos. Adicionalmente, el aprovechamiento del agua subterránea permitiría evitar o disminuir los costos de conducción y tratamiento en los proyectos.

Las inversiones requeridas para llevar a cabo las obras mencionadas en los párrafos anteriores serían de 107 y 121 millones de dólares en las décadas 1971-80 y 1981-90, respectivamente. El costo del estudio propuesto representa sólo el 0.6 por ciento de las inversiones señaladas.

Los aprovechamientos programados requieren con carácter de urgencia la formación de personal profesional y técnico que pueda llevar a cabo los estudios necesarios, así como el establecimiento de las bases legales e institucionales que aseguren el óptimo aprovechamiento y manejo de los recursos.

b) Problemas específicos del Valle de Guatemala

El Valle de Guatemala es una región de aparentemente alta disponibilidad y de evidente elevado e incontrolado grado actual de aprovechamiento de los recursos de agua subterránea. En dicha zona se producen en la actualidad utilidades competitivas y conflictivas del agua entre sectores de usuarios.

El suministro actual de agua potable e industrial se efectúa a base de agua subterránea, con lo cual se disminuyen significativamente los caudales para generación en varias centrales hidroeléctricas de los ríos que drenan el valle, especialmente durante la época seca. Las aguas residuales del sector municipal se vierten sin ningún tratamiento en los ríos, por lo que producen la natural contaminación con el consiguiente peligro para la salud humana y animal, e impiden que puedan volver a utilizarse para el riego de algunos cultivos en las planicies ubicadas aguas abajo de los lugares de descarga.

El crecimiento demográfico del Valle --más del 3 por ciento anual-- y las crecientes demandas unitarias para el suministro de agua potable e industrial, se combinarán en el futuro inmediato y podrían llevar la situación antes descrita hasta niveles críticos, de no tomarse medidas adecuadas en breve plazo.

Un beneficio adicional de la realización del estudio del Valle reside en el hecho de que como dicha zona es hidrogeológicamente representativa del resto de la vertiente del Pacífico, las conclusiones y recomendaciones a que se llegara constituirían una base sólida para investigaciones posteriores.

